

134985

P. 1.453 :

"Downward Currents"



6 NOV 1941

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
P A T E N T E    D E    I N V E N C I O N  
en  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

a nombre de Fredrick TROSTLER, Thomas Andrews y HUNTINGTON, HEBERLEIN & COMPANY, LIMITED, de nacionalidad húngara el 1º e inglesa el 2º y la sociedad, residentes en 25, Eresby House, Rutland Gate, Londres, el 1º; 13, Hurstbourne Gardens, Barking, Essex, nel 2º., y en Upper Downing, Whitford, cerca de Holywell, North Wales, la 3ª, todos en INGLATERRA, por

"MEJORAS EN LA SEPARACION DE MATERIALES  
SOLIDOS DE DIFERENTES PESOS ESPECIFICOS".

=====  
El invento se refiere a procedimientos y apa-



154965

5       ratos perfeccionados para separar en un medio pesado,  
o, como se dice también, por sedimentación (sint-and-  
float), o por densidad diferencial, minerales u otras  
sustancias sólidas divididas de distinto peso espe-  
cífico, en medios compuestos de líquidos pesados, solu-  
ciones o suspensiones virtualmente estables de peso  
específico intermedio entre el de los componentes mas  
ligeros y mas pesados de los minerales o similares.

10       Un objeto especial del invento es ofrecer  
procedimientos y aparatos perfeccionados para la  
mas eficaz recuperación de valores económicos de ma-  
terial de "densidad marginal": es decir, el procedi-  
miento de sedimentación se adapta a la separación de  
minerales u otros materiales que contienen, al tritu-  
15       rarlos a tamaños adecuados, una proporción conside-  
rable de partículas cuyo peso específico es solo li-  
geramente superior al de los componentes meramente  
de ganga u otros materiales "flotantes". Otros ob-  
jetos del invento consisten en ofrecer procedimien-  
20       tos y operaciones de procedimiento perfeccionados,  
formas de aparatos y combinaciones de elementos desti-  
nados a una separación por sedimentación eficiente  
y controlada, que se verán mas claramente a continua-  
ción.

25       El invento ofrece ciertos ajustes y contro-  
les que pueden y, - para el funcionamiento mas efi-  
caz, - deben depender en considerable medida de las  
características del mineral o material especial que



154965

se trate. Estas características tales como las velocidades de caída más lentas de las partículas de densidad marginal del material de cada caso, deben, por tanto, para el mejor funcionamiento, determinarse como preliminar de la verdadera operación de separación.

Los ajustes y controles mencionados se refieren, principalmente, a las proporciones de descarga de medio pesado desde la parte superior y desde el fondo del cuerpo del medio pesado en el separador (descarga de "piguera" y "esclusas"), y a la profundidad de la zona separadora en la parte superior del cuerpo del medio. El invento tiene por objeto una zona separadora, en general mucho más somera que de costumbre, en lo alto del separador, dispuesta de manera que las partículas de densidad marginal de movimiento lento caigan por ella con el mínimo de obstáculos, y que el medio en ella sea lo menos perturbado posible. Dichas partículas, que de otro tenderían a "fluctuar" y a aglomerarse y a fieltarse en la superficie inferior de la zona separadora o cerca de la misma, reciben a este nivel un impulso hacia abajo y son transportadas hacia abajo por una corriente cuidadosamente controlada. La profundidad de la zona separadora puede regularse variando el nivel, a corta distancia debajo la superficie del cuerpo del medio, en la cual se admite éste y esta regulación se hace depen-



154965

der de las velocidades de las partículas de densidad marginal de caída mas lenta del material que se trata.

5 El medio y las partículas de flotación (y la humedad del mineral suministrado, si existe) se separan continuamente por la piquera, enfrente del punto de admisión del medio, a una proporción que se calcula para obtener ciertos efectos. Uno de estos es la producción de una corriente suave hacia arriba y  
10 al través del punto de admisión, siendo el ángulo entre las componentes horizontal y diagonal de la misma (en parte debido a la poca profundidad de la zona separadora) tan pronunciadamente pequeño que la corriente disminuyendo progresivamente desde el extremo de  
15 admisión al de descarga, viene a ser prácticamente imperceptible en este último extremo. Virtualmente, por tanto, esta corriente está localizada en el extremo de admisión del medio del separador y en el extremo de descarga hay ausencia de corrientes perturbadoras, de manera que las partículas de densidad  
20 marginal caerán con completa libertad. Sin embargo, al otro extremo del separador, las partículas de mayor diferencia de densidad caerán fácilmente contra las suaves corrientes ascendentes que allí existen.

25 También se separa medio del fondo del cuerpo del mismo (por ejemplo, por una esclusa o esclusas conectadas con el elevador) a una proporción su-



154965

ve que se regula para producir ciertos resultados. Uno de ellos es conservar la estabilidad virtual del medio empleado, calculándose la proporción mínima de extracción con referencia a la proporción de sedimentación de los sólidos triturados que componen el medio, en un recipiente cerrado, sin agitación. Otro resultado de esta regulación de la proporción es ofrecer una corriente descendente suave desde el nivel de admisión del medio, justamente de la fuerza bastante para arrastrar hacia abajo las partículas de densidad marginal desde dicho nivel e impedir el "afieltramiento" de las partículas allí o cerca de dicho punto. Esto puede implicar un incremento de corriente descendente además del requerido para mantener la estabilidad virtual. Esta proporción total puede calcularse con referencia a la velocidad de caída de las partículas de movimiento mas lento del material que se esté tratando, en condiciones de sedimentación libre, y debe hacer partir dichas partículas abajo desde el nivel del fondo de la zona separadora con una velocidad aproximadamente igual o que se acerque a la que tendrían en condiciones de sedimentación libre.

El invento además, entre otros detalles, ofrece una segunda separación de caracter nuevo, en el elevador u otro cuerpo conectado con el fondo del separador. Esto tiene por objeto particular hacer flotar de nuevo cualesquiera partículas de "flotación" o



154935

"oasi flotación" que puedan haber sido arrastradas hacia abajo y que no se quiera que aparezcan en el sedimento.

5 Para que el invento pueda comprenderse mas claramente, nos referiremos a los dibujos adjuntos, que representan ciertos aspectos del mismo. En los dibujos:

10 La figura 1 contiene gráficos que representan características de diferentes minerales con referencia al contenido de partículas flotantes, pesadas y medias, características que se relacionan con ciertos ejemplos dados en el texto:

15 La figura 2 es un corte vertical diagramático dado por una forma de aparato separador, que muestra ciertos detalles del invento.

La figura 3 es una vista análoga en corte de un aparato modificado.

La figura 4 es una vista en planta del aparato de la figura 3, y

20 La figura 5 contiene diagramas que muestran la exactitud de la separación que puede conseguirse por el presente invento.

25 Nos referiremos primero a las proporciones de fracciones de diferentes densidad de varios minerales, con las dificultades que implica la separación y repuperación de partículas de densidad marginal. Una teoría aboga por un medio estratifica-



do, sugiriéndose en un caso que con un medio de densidad diferencial en un cono separador, que tenga peso específico de 2.80 en la parte superior y 2.95 en el fondo, esta diferencia elimina partículas cuyo peso específico está entre los límites anteriores, impidiendo su acumulación en el cono (Diario de Ingeniería y Minería, Vol. 141, nº 7 pag. 38, julio 1940). Esta afirmación debe referirse a un procedimiento en el cual dichas partículas de densidad marginal se elevan por algún medio y se separan con los residuos, ya que evidentemente no bajarán por la gravedad con el sedimento. Este procedimiento solo puede ser eficaz cuando haya una división casi definida entre los pesos específicos de las partículas flotantes y pesadas, y cuando los minerales contengan solo un pequeño tanto por ciento de partículas cuyo peso específico esté entre los límites citados y que puedan apartarse con el grueso de los residuos sin disminuir indebidamente la recuperación del metal.

Debe decirse que los materiales en que el mineral económico se presenta en cristales pronunciadamente bastos, generalmente se rompen al triturarlos, produciendo partículas de ganga casi libre y concentrados altamente impregnados. Como el peso específico de la ganga (usualmente entre 2.6 y 2.9) es considerablemente inferior al de los minerales económicos (usualmente entre 5.0 y 7.0) las partículas de



154005

concentrado (o sedimento), aunque contengan un buen porcentaje de ganga, ofrecerán un peso específico virtualmente mas alto que el de la ganga o flotación. De ello resulta que, por razón de esta gran  
5 diferencia de densidad, será muy pronunciada la tendencia de las partículas pesadas a bajar en un medio cuya densidad es aproximadamente igual a la de la ganga, y que, a no ser que haya un serio obstáculo al movimiento descendente de dichas partículas, la  
10 separación debe ser relativamente exacta.

Si, por otra parte, el mineral se rompe de tal manera que una proporción considerable de las partículas pesadas solo esté impregnada escasamente, esto es, que un porcentaje apreciable de los minerales económicos impregne un número relativamente  
15 grande de las partículas de mineral en lugar de concentrarse en grandes agregados en unos pocos fragmentos solamente, la diferencia en el peso específico de dichas partículas sobre el de la ganga será pequeño.  
20

Ahora bien; si, por ejemplo la diferencia es solo 0.10, la referencia a las tablas adjuntas (tablas I y II) hará ver que la misma puede ser ocasionada por cantidades considerables de metal valioso, que no podrían salvarse, o supondrían dificultades muy considerables si su recuperación se hubiera de intentar por procedimientos bien conocidos.  
25

En las tablas siguientes se supone que las partículas de distintos tamaños son de forma única.

T A B L A I

Para partículas de mineral que contiene galena.

5	Tamaño de partículas		Tamaño del cubo de galena en mm.							
	o lado del cubo.		que, si está incluido en una partícula de 2.75 de peso específico aumentará este peso a las cifras que encabezan las columnas 3-10							
10	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Pulgadas	mm.	2.75	2.76	2.77	2.78	2.79	2.80	2.85	2.90
	1"	25.4	0	3	4	5	5	6	7	8
	3/4"	19.1	0	2	3	3	4	4	5	6
15	1/2"	12.7	0	2	2	2	3	3	3	4
	1/4"	6.4	0	1	1	1	1	1	2	2
	% Pb en partícula		0	0.4	0.9	1.3	1.9	2.6	4.7	7.1

T A B L A II

Lo mismo que arriba, pero con esfalerita en las partículas de mineral

20	1 "	25.4	0	5	6	7	8	9	11	13
	3/4"	19.1	0	4	5	5	6	7	8	10
	1/2 "	12.7	0	3	3	4	4	5	5	5
	1/4 "	6.4	0	1	1	2	2	2	3	3
25	% Zn en partícula		0	0.8	1.5	2.2	3.0	4.3	7.6	11.4

Se verá por estas tablas que una diferencia de densidad de solo 0.10 entre las partículas flotantes y pesadas es causada por la presencia en las par-

tículas pesadas de hasta un 4.7 % de plomo o 7.6 %  
de zinc como galena o esfalerita respectivamente.  
Así, con un medio estratificado, cuando está presen-  
te un número relativamente grande de estas partículas,  
5 las pérdidas por residuos propenden a ser excesivas,  
porque dichas partículas no podrán penetrar en aque-  
llas capas que, en un medio cuya densidad aumenta ha-  
cia abajo, tienen un peso específico igual o mayor  
que el suyo propio. Como resultado, ocurrirá ine-  
vitablemente la fluctuación o el afieltrado de estas  
10 partículas en el medio, haciendo necesaria su ex-  
tracción continua por medios mecánicos o hidrodiná-  
micos, pues de lo contrario pronto obstruirían la  
separación. A su vez, la aplicación de estos medios  
introduce nuevos elementos, que son conocidos como  
15 enemigos de la separación ideal por la gravedad.

Hemos comprobado que las características  
de un mineral determinado, con referencia a sus pro-  
porciones de diferentes densidades etc., pueden ave-  
riguarse por un examen especial que llamaremos "aná-  
20 lisis de densidad". Los resultados de estos exáme-  
nes indicarán los tipos de mineral para los cuales  
es especialmente útil el procedimiento que se va  
a describir; y las proporciones de caída de particu-  
las de diversos tamaños de diferentes tipos de mine-  
25 ral, determinadas por dichos exámenes, pueden utili-  
zarse para determinar parcialmente la regulación del



punto de admisión del medio y la de la proporción de la descarga de esclusas en el procedimiento que vamos a describir. El procedimiento puede ser el siguiente:

5                   Una muestra del mineral se tritura, por ejemplo, a una pulgada (2,54 cm.) y luego se clasifica y calibra a pequeños intervalos de 1/8" (3,2 mm.) aproximadamente. Cada fracción de tamaño se separa luego por sedimentación y flotación en un medio adecuado en condiciones estáticas para producir dentro

10 de cada escala de tamaño fracciones de densidad entre límites estrechos, por ejemplo:

	Peso específico menor de 2.78	Fracción I
	idem mayor de 2.78 y menor que 2.80	fracción II
15	idem mayor de 2.80 y menor de 2.82	fracción III
	idem mayor de 2,82 y menor de 2.85	fracción IV
	idem mayor de 2.85 y menor de 2,90	fracción V
	idem mayor de 2.90	fracción VI

Los pesos en tanto % de todas estas fracciones de densidad en una escala práctica de tamaño por

20 ejemplo, en el caso dado para cada escala de tamaño de 3/32" (2.4 mm.) hasta 3/4" (19,1 mm.) junto con los resultados del ensayo, se averiguan luego, y por vía de ejemplo las cifras de un mineral de cobre y

25 níquel se representan en el cuadro siguiente:



154965

T A B L A III

5	Fracción de tamaño	-1/2" (12,7 mm.) + 3/32" (2,4 mm.)		-3/8" (9,55 mm.) + 3/8" (3,2 mm.)	
		Proporciones peso en %		Proporciones peso en %	
	Fracción de densidad	Del sub-minis-tro tal	De la frac-ción de tamaño	Del sub-minis-tro tal	De la frac-ción de tamaño
10	Más ligera de 2.78	0.24	18.97	2.21	12.57
	Más ligera de 2.80	-----			
	Más pesada de 2.78	0.30	24.12	2.04	11.64
	Más ligera de 2.82				
	Más pesada de 2.80	0.10	8.40	1.05	6.00
15	<u>Más ligera de 2.85</u>				
	<u>Más pesada de 2.82</u>	0.07	5.96	1.11	6.31
	<u>Más ligera de 2.90</u>				
	<u>Más pesada de 2.85</u>	0.13	10.30	2.11	12.01
	Más pesada de 2.90	0.41	32.25	9.04	51.47
20	Total	1.25	100.00	17.55	100.00

	Ensayos		Ensayos	
	% Cu.	% Ni	% Cu	% Ni
Más ligera de 2.78	0.22	0.047	0.20	0.015
Más ligera de 2.80				
25 Más pesada de 2.78	0.41	0.189	0.28	0.120
Más ligera de 2.82				
Más pesada de 2.80	0.48	0.200	0.31	0.134
<u>Más ligera de 2.85</u>				

Mas pesada de 2.82    0.77    0.317    0.38    0.181

Mas ligera de 2.90

Mas pesada de 2.85    1.09    0.675    0.59    0.304

Mas pesada de 2.90

5    - 1/2" (12,7mm.)    - 5/8" (16 mm.)    - 3/4" (19,1 mm.)  
      + 3/8" (9,55 mm.)    + 1/2" (12,7 mm.)    + 5/8" (16 mm.)

Proporciones de    Proporciones de peso    Proporciones de Frac-  
peso en %            en %                            peso en %            ción

	Del su- ministro total	De la frac- ción de ta- maño	Del sumi- nistro total	De la frac- ción de ta- maño	Del su- ministro total	De la frac- ción de tamaño	
10	2.43	17.84	2.02	10.09	2.19	8.90	I
15	0.57	4.17	0.52	2.59	0.93	3.79	II
	0.81	5.96	0.91	4.57	0.81	3.29	III
	0.53	3.87	0.95	4.76	1.70	6.95	IV
	1.43	10.45	2.05	10.24	2.12	8.64	V
	<u>2.88</u>	<u>57.71</u>	<u>13.55</u>	<u>67.75</u>	<u>16.81</u>	<u>68.43</u>	<u>VI</u>
20	13.65	100.00	20.00	100.00	24.56	100.00	

<u>ENSAYOS</u>		<u>ENSAYOS</u>		<u>ENSAYOS</u>			
<u>%Cu</u>	<u>%Ni</u>	<u>%Cu</u>	<u>%Ni</u>	<u>%Cu</u>	<u>%Ni</u>		
0.18	0.057	0.23	0.047	0.18	0.047	I	
0.25	0.107	0.28	0.099	0.21	0.049	II	
25	0.30	0.152	0.27	0.100	0.22	0.104	III
	0.39	0.173	0.29	0.091	0.27	0.136	IV
	No se ensayó	0.40	0.174	No se ensayó			V
	No se ensayó	----	-----	-----	-----		VI



De este cuadro se eligen las fracciones que pueden considerarse como medias o que comprenden partículas pesadas de densidad marginal. Para el mineral en cuestión las medias son aquellas fracciones cuyas densidades están entre 2.82 y 2.90, indicándose estas fracciones medias en subrayado en la tabla. La densidad inferior para las fracciones medias (2.82) se elige para que coincida con la densidad a la cual pueden quitarse por flotación los residuos que contienen metal o valores concentrados dentro de los límites permisibles especificados por consideraciones económicas, teniendo en cuenta la proporción de eliminación mas alta que puede obtenerse, que en este caso es de la escala de tamaño  $3/8"$  (9,55 mm.) +  $1/8"$  (3,2 mm.). La densidad superior de las fracciones medias (2.90) coincide con la densidad por encima de la cual el material es verdaderamente pesado, siendo el criterio para este último un peso específico aproximadamente de 0.08 - 0.10 por encima del de la ganga o flotación. Por regla general, este criterio puede apreciarse sin dificultad, ya que una curva trazada por las lecturas de la densidad y las proporciones de peso en tanto por ciento generalmente muestra una rotura y una elevación rápida en un punto determinado que marca la transición entre las fracciones medias y las verdaderamente pesadas.

Esto completa el análisis de densidad que



154985

5 por las cifras revela, entre otras cosas, en la es-  
cala de tamaños elegida, los porcentajes de particu-  
las que aparentemente tienen una densidad intermedia  
entre la de la pura ganga o "flotación" y la de las  
fracciones verdaderamente de sedimento, y entonces  
la separación puede dirigirse correspondientemente,  
como se comprenderá.

10 En la descripción siguiente, los resultados  
de los análisis de densidad se dan para un número de  
minerales y representan ejemplos de la composición  
desde el punto de vista de la separación por sedimen-  
tación de minerales típicos:

Tipo A.-Minerales de sedimentación ideales, es-  
to es, minerales que muestren:

15 (a) - un gran tanto por ciento de flotación;  
(b) - un pequeño tanto por ciento (- de 2-3  
%) de fracciones medias o de densidad marginal (den-  
tro de los límites de densidad de .08 - .10 sobre la  
densidad de la flotación); y

20 (c) - un tanto por ciento relativamente peque-  
ño de fracción pesada que tiene una densidad en pro-  
medio muy alta en comparación con la flotación.

En la figura 1 se da una representación grá-  
fica de este tipo de mineral.

25 Tipo B. - Minerales que se pueden someter a  
tratamiento de sedimentación, esto es, minerales que  
ofrecen:



154965

(a) - un tanto por ciento grande de flotación;

(b) - un tanto por ciento apreciable (entre 3 % y 10 %) de las fracciones medias o de densidad marginal (dentro de los límites de densidad de .08 - .010 sobre la densidad de la flotación); y

(c) - un tanto por ciento relativamente pequeño de fracciones pesadas de una densidad en promedio de 1.0 - 2.0 sobre la de la flotación.

En la figura 1 se da una representación gráfica de este tipo de mineral.

Tipo C. - Minerales de difícil sedimentación, esto es, minerales que ofrecen:

(a) - un tanto por ciento relativamente pequeño de flotación;

(b) - un tanto por ciento grande (mas de 10 % y aproximado al porcentaje de flotación) de fracciones medias o de densidad marginal (dentro de los límites de densidad de .08 - .10 sobre la densidad de la flotación); y

(c) - un tanto por ciento relativamente pequeño de fracciones pesadas de una densidad en promedio de solo 1.0 aproximadamente sobre la de la flotación.

En la figura 1 se da una representación gráfica de este tipo de mineral.

Tipo intermedio, esto es, minerales que



154985

ofrecen:

(a) un tanto por ciento relativamente pequeño de flotación:

5 (b) - un tanto por ciento intermedio entre 10 y 20 % de fracción media o de densidad marginal (dentro de los límites de densidad de .08 - .10 sobre la densidad de la flotación); y

10 (c) - un tanto por ciento relativamente grande de fracciones pesadas de una densidad en promedio de mas de 1.0 sobre la de la flotación.

En la figura 1 se da una representación gráfica de este tipo de mineral.

15 Será evidente por la explicación anterior que los minerales clasificados en los tipos B y C, si se someten al tratamiento con un medio estratificado arriba mencionado según el "Diario de Ingeniería y Minería" y que estaba destinado a minerales del tipo A, no darán resultados satisfactorios, porque la selectividad respectiva rebasa la que puede obtenerse con dicho tratamiento.

20 Es también evidente que las condiciones de los procedimientos de sedimentación que emplean medios de agitación mecánicos o equivalentes para mantener la estratificación del medio separador o para  
25 auxiliar a la separación de los componentes del mineral, son enteramente inadecuadas para la resolución de los problemas que surgen del tratamiento de

minerales de los mencionados tipos B y C.

5 También podemos hacer referencia a la patente británica Nº 486.771 a nombre de Pearson y otros, que describe un procedimiento con un medio separador  
10 virtualmente estable que tiene virtualmente la misma densidad en todo el ancho y el fondo del recipiente separador. En este procedimiento se emplea una corriente suave y uniforme dirigida hacia arriba, virtualmente la suficiente para contrarrestar el arrastre hacia abajo ejercido por las fracciones pesadas  
15 que caen sobre las partículas del medio o partículas de residuo. Este procedimiento es eficaz para conservar la estabilidad del medio y para realizar concentración de minerales del tipo B o del tipo intermedio arriba descrito, pero no da una concentración de la misma alta calidad si se tratan minerales del tipo C.

20 Para llegar a comprender la importante diferencia entre minerales de los tipos B y C, las velocidades de caída de las partículas de mineral en las condiciones que imperan en la separación por sedimentación deben tomarse en cuenta. Las leyes de Stokes y de Newton que gobiernan la velocidad de  
25 caída libre de partículas de diversos tamaños en medios de densidades variables no sólo requieren ajuste para dar margen a la viscosidad del medio separador de sedimentación, sino que, además, se necesi-



154935

6:10 1947

tan correcciones cualificativas al considerar las condiciones específicas de sedimentación obstaculizada en que las partículas han de bajar en los medios que comprenden soluciones o suspensiones relativamente viscosas de sólidos triturados. En tamaños que exceden de 1/4 " (6.35 mm.) las velocidades de caída de las partículas pesadas son, incluso cuando la sedimentación tropieza con obstáculos, en general lo bastante altas para asegurar una separación satisfactoria en una proporción que permite la aplicación comercial, siempre que la densidad de las partículas sea por lo menos 0.1 superior a la de la ganga. Pero con las escalas de tamaño inferiores, y especialmente con una diferencia de densidad inferior a la citada cifra, las velocidades de caída vienen a ser de un orden insuficiente para dicha aplicación. Se verá que esta conclusión resalta claramente de los ejemplos dados en la tabla siguiente:

T A B L A IV

Mineral	Escala de tamaño	Peso esp. del mineral	Densidad del medio	Diferencia en densidad	Viscosidad del medio	Proporción de caída mm. por seg.
(a) calcita	3.17 a 1.67	2.70	2.61	0.09	1.21	18.3
"	4.76 a 3.17	2.70	2.61	0.09	1.21	20.9
"	6.35 a 4.76	2.70	2.61	0.09	1.21	30.7
(b) cuarzo	3.17 a 1.67	2.65	2.59	0.06	1.20	8.7



	(b) cuarzo	<del>3.76</del> a 3.17	2.65	2.59	0.06	1.20	12.8
	"	6.35 a 4.76	2.65	2.59	0.06	1.20	17.8
	(c) calcita	3.17 a 1.67	2.70	2.67	0.03	1.21	8.2
	"	4.76 a 3.17	2.70	2.67	0.03	1.21	9.3
5	"	6.35 a 4.76	2.70	2.67	0.03	1.21	14.2
	(d) cuarzo	3.17 a 1.67	2.65	2.625	0.025	1.20	3.1
	"	4.76 a 3.17	2.65	2.625	0.025	1.20	5.2
	"	6.35 a 4.76	2.65	2.625	0.025	1.20	8.4

La tabla IV indica que debe tenerse en cuenta el hecho de que los minerales del tipo C tienen que triturarse a tamaños mucho menores (en general - 3/8" (69,55 mm.) en contraste con minerales de los tipos A y B que a menudo se separan a tamaños tan grandes como 1 1/4" (31,75 mm.), de manera que en el caso anterior se produce una cantidad considerablemente mayor de partículas finas. La inclusión de partículas más finas de 1/4" (6.35 mm.) y aun de 1/8" (3.17 mm.), en el suministro de sedimentación es esencial por razones comerciales, pues de otro modo el tanto por ciento del mineral salido de la mina disponible para la separación de sedimentación sería demasiado pequeño para garantizar dicho tratamiento. El retraso ofrecido por la resistencia viscosa del medio separador aumenta naturalmente al disminuir los tamaños de las partículas o al aumentar la viscosidad del medio ambas cosas, y estos fenómenos, junto con la baja velocidad de caída inherente a las partículas de mineral de den-



154965

sidad marginal, crean una complejidad de dificultades que se aumenta cuando se quieren tratar minerales del tipo C.

5 Se verá por los ejemplos anteriores, a los que se llegó en condiciones de funcionamiento de ensayos efectivos, que las velocidades de caída, especialmente en las escalas de tamaño inferiores a 4.76 mm., son muy domesticas, tanto que el empleo incluso de suave corriente ascendente como se especifica en la citada patente de Pearson, hará imposible una separación económica; y en efecto, en la mayoría de los casos ocurrirá la "fluctuación" de partículas de densidad marginal que muchas veces trastornará por completo la operación de separación debido a la formación de capas densamente aglomeradas o afieltradas que hasta impedirá el hundimiento de partículas de velocidad de caída adecuada. Se considera esencial para las condiciones prácticas de funcionamiento que la proporción de caída de las partículas de movimiento mas lento rebase bastante los 3-4 mm. por segundo, al paso que, por muy suaves y uniformes que sean las corrientes ascendentes en el procedimiento de la patente mencionada, propenderán a trastornar el delicado equilibrio que prevalece en un sistema de sólidos que sedimentan a baja proporción en condiciones obstaculizadas.

10

15

20

25

Hemos comprobado que, para conseguir la



154965

separación con exactitud suficiente de partículas rela-  
tivamente pequeñas en minerales que contiene un con-  
siderable porcentaje de fracciones de densidad in-  
termedia, debe omitirse por completo el empleo de  
5 corrientes ascendentes (salvo encima del nivel de  
admisión del medio, como se explicará después), y  
que el movimiento descendente natural de las particu-  
las debe completarse con un arrastre hacia abajo su-  
perpuesto y cuidadosamente controlado.

10 El invento, que comprende un procedimiento  
y un aparato, se describirá ahora en relación con  
los dibujos adjuntos. El recipiente separador 1  
que se representa en la figura 2 es con preferencia  
de sección transversal uniforme en una corta distan-  
15 cia desde la parte superior, como se representa en  
1<sup>a</sup>, debajo de la cual se inclina hacia dentro y ha-  
cia abajo como se ve en 1b, para producir un cono o  
cuña invertidos. En planta el separador puede ser  
circular o rectangular. En su fondo está conectado  
20 con la caja elevadora de fracciones pesadas, 2, de  
manera que las fracciones pesadas que pasan a la  
caja 2 por el conducto 3 pueden ser elevadas por  
un cangilón u otro tipo adecuado de elevador 4.  
El mineral bruto u otro material a separar se su-  
25 ministra a la superficie superior 8, o cerca de ella,  
del cuerpo de medio en el tanque separador por medio  
de una tolva, como se indica en 5, en un extremo



154965

5 del tanque, al paso que el material de flotación se descarga en el extremo opuesto del tanque, por una tolva 6, sobre la piquera 23. El material pesado es descargado de la parte superior del elevador, como se indica en 7.

10 El suministro de medio (o suministro de medio principal) para el separador está a corta distancia debajo del nivel superficial del medio 8, en la parte superior trasera del separador, junto al suministro de mineral 5. Como se indica por la flecha 9a, un medio nuevo o recuperado puede suministrarse a un pequeño tanque o receptáculo 9 en este punto, y es admitido en el separador por una ranura o línea de ranuras 10, en la pared posterior del separador. El nivel de admisión del medio se hace con preferencia regulable en cualquier forma adecuada de manera que dicho nivel esté a unas 2 a 15 6 pulgadas debajo del nivel del medio en el separador, y por vía de ejemplo se indican en 10a mas ranuras o líneas de ranuras, y cualquiera de las ranuras, salvo las de un nivel seleccionado, pueden 20 cubrirse por un miembro de placa o válvula corredera como 10b. Si se quiere el número o la superficie de las ranuras a cualquier nivel puede también hacerse regulable de cualquier forma adecuada. La proporción de admisión del medio en cualquier tiempo puede regularse por cualesquiera me-



54965

dios deseados, por ejemplos medios de funcionamiento, como válvulas, para regular la superficie de la sección transversal del tubo, por el cual se suministra el medio al tanque 9 en 9a.

5 La zona somera de separación 8a, en lo alto del separador, baja desde la superficie 8 del cuerpo del medio al nivel de admisión del mismo por la ranura 10, indicándose esta zona en la figura 2 por rayado de trazos. Se retira medio continuamente desde lo alto por la piquera 23, como se ha dicho, y desde lo alto de la columna del medio en la caja del elevador (conectada con el fondo del cuerpo del medio en el separador), por una esclusa o esclusas que, como se indica en 11 en la figura 2, se hacen regulables, de manera que puede variarse la altura de las esclusas y con ella la proporción de descarga por las mismas.

15 El medio de alimentación se admite en el separador a una proporción suave y controlada, como se explicará, y, la retirada del medio por la piquera y la esclusa o esclusas, lo divide en dos corrientes, una ascendente hacia la superficie y en sentido transversal hacia la piquera y la otra hacia abajo. El material de flotación separado en la zona 8a, puede hacerse avanzar al través de la superficie por cualquier medio adecuado, como por ejemplo las disposiciones de ruedas de paletas indicadas



154965

en 22, 22a, 22b, 22c, y descargarse por la piquera. La proporción de descarga del medio por la piquera puede variarse como se quiera por medios adecuados. Como se representa en el dibujo, puede disponerse una artesa o bolsa somera 24, que forme una prolongación del separador mas allá de la pared delantera del mismo; y que termine en la piquera 23, teniendo esta bolsa un fondo cóncavo 25, cuya curvatura es concéntrica con la rueda de paletas 22. Las paletas 27 de la rueda 22 giran en contacto con el fondo curvo de la artesa o bolsa 24, y en contacto también con los lados de la misma, que pueden ser continuaciones de los lados 26 del tanque separador. Las paletas 27 pueden estar provistas de tiras 30 de goma u otro material adecuado en sus extremos, para hacer contacto íntimo con el fondo y los lados de la artesa o bolsa 24, de modo que una cantidad medida de medio, junto con material de flotación, pueda ser achicada de la artesa o bolsa y por la piquera por cada paleta de la rueda a cada revolución de esta última. La proporción de descarga de flotación así determinada puede variarse como se quiera modificando la proporción de revolución de la rueda 22, o variando el nivel 8 del medio en el separador (por regulación de la esclusa o esclusas 11) o ambos medios. El dispositivo especial para regular la proporción de descarga de la piquera aquí men-



cionado no constituye parte del presente invento,  
sino que es un invento conjunto de los solicitantes  
actuales y de William Richard Skelton, como se des-  
cribe en su solóicitud pendiente con ésta presentada  
5 en la misma fecha que la presente. En la figura  
2, 22a, 22b y 22c, son ruedas de paleta adiciona-  
les también de la naturaleza descrita en dicha so-  
licitud, siendo la primera una rueda de paletas pa-  
ra determinar la inmersión de los materiales de mi-  
neral divididos en el cuerpo del medio conforme son  
10 suministrados en 5, y las otras ruedas, 22b y 22c  
están principalmente destinadas a transportar el ma-  
terial de flotación hacia lapiquera 23. Para la ul-  
terior descripción de estas ruedas de paletas nos re-  
mitiremos a la solicitud mencionada, pero puede de-  
cirse aquí su disposición y funcionamiento para rea-  
15 lizar el procedimiento del presente invento deben  
ser tales que no produzcan sensiblemente una inter-  
ferencia perjudicial en la zona separadora virtual-  
mente en reposo, y que no penetran tan profundamen-  
te en esta zona que empujen partículas hacia abajo  
20 hasta el nivel en que entra el medio de alimenta-  
ción y en que deben comenzar las corrientes descen-  
dentes. Esto podría ser una ligera perturbación en  
la rueda de paletas de inmersión 22a cuando se em-  
25 plea la misma, pero esta perturbación estaría lo-  
calizada y la zona separadora podría considerarse



154965

1947

entonces como extendiéndose desde delante precisamente de esta rueda de paletas. Además, estas ruedas adicionales de paletas podrían hacerse regulables verticalmente para que su efecto fuera controlado, y en todo caso para los fines del invento deben girar solo con relativa lentitud. La rueda de paletas 22a podría también estar destinada a dispersar las corrientes ascendentes locales en la ranura o ranuras 10, 10a de entrada del medio de alimentación.

El recipiente separador se construye con preferencia como se representa, para que tenga una sección transversal uniforme desde lo alto hasta aproximadamente el nivel mas bajo de la ranura o ranuras 10, 10a, o algo mas bajo, comenzando la porción estrechada del recipiente debajo del nivel de las ranuras, de manera que el movimiento descendente de las partículas pesadas pueda acelerarse por el estrechamiento del recipiente, despues, pero no antes, de haber caido las partículas debajo del nivel de admisión del medio de alimentación en las ranuras 10, 10a. El nivel del medio en el tanque de suministro 9 se mantiene con preferencia a ligera distancia solamente sobre el nivel 8 del medio en el separador, de manera que la admisión del medio estará bajo no mas de una columna hidrostática muy ligera.



54905

- 6 -

La admisión total del medio al separador por unidad de tiempo debe, por supuesto, igualar a la separación del medio en el mismo tiempo por la piquera y la esclusa o esclusas, y a la separación del medio adherente a los productos de separación, siendo regulables las proporciones de entrada y de extracción por la piquera y la esclusa o esclusas. La proporción de paso de la corriente descendente desde las ranuras 10, dependerá de la proporción a que se retira medio por la esclusa o esclusas 11, que puede regularse por dispositivos adecuados, por ejemplo regulando la proporción de admisión, al paso que la proporción de descarga de medio sobre la piquera se mantenga a una cantidad deseada, rebosando el resto en la esclusa o esclusas. Ahora se explicarán los cálculos necesarios para la proporción de descarga de esclusas y por tanto la proporción de corriente descendente.

El procedimiento aquí descrito hace uso de un medio de un tipo que puede llamarse virtualmente estable, sin empleo de agitación. En este procedimiento no puede usarse un medio en el cual una suspensión de partículas sólidas en un líquido deba mantenerse por dispositivos mecánicos u otros agitadores o mantenedores, por que dichos dispositivos impedirían la formación de las suaves corrientes descendentes deseadas. Teniendo esto en cuenta, se



54965

considera que es un medio virtualmente estable (cuando se usa una suspensión, como opuesta a una solución o líquido pesado) aquel en que la proporción de sedimentación de los sólidos, no habiendo agitación o corrientes, es tan ligera que no estorba el funcionamiento. Por ejemplo si una suspensión en un recipiente, sin agitación o separación de medio, sedimenta a proporción tal que en ocho minutos produce 10 mm. de altura de líquido claro que sobrenada, este medio puede considerarse virtualmente estable para los actuales propósitos, Sin embargo la estabilidad de diferentes medios que pueden usarse aquí, estará sometida a cierta variación y podrá fácilmente calcularse en cada caso.

Ahora bien: encuan-to a la proporción de descarga de esclusas y a la de corriente descendente, la fuerza mínima de esta corriente debe depender en primer término de la estabilidad del medio empleado. El uso de suaves corrientes ascendentes, como en la citada Patente Pearson, tiene indudablemente el efecto beneficioso de promover la estabilidad de un medio virtualmente estable. Sin embargo, hemos descubierto que puede obtenerse el mismo efecto con una corriente descendente del carácter que deseamos usar, extrayendo el medio hacia abajo de la zona separadora a una proporción que corresponde aproximadamente a la proporción de sedi-



154965

5 NOV. 1944

mentación, en condiciones no perturbadas, de los sólidos triturados del medio. Así, por ejemplo, un medio que tenga una proporción de sedimentación de unos 8 minutos o 480 segundos para los primeros 10 mm. de altura de líquido que sobrenada, siendo la profundidad del cono, por ejemplo, de 600 mm. tendrá que ser extraído de debajo de la zona separadora a una velocidad de solo 1.25 mm. por segundo para impedir sedimentación en el cono en mayor medida de la que corresponde al estado de un medio que se deja sedimentar 10 mm. en un cilindro de vidrio.

Considerando la estabilidad virtual del medio que se prefiere usar aquí, la sedimentación de medio en la forma descrita, por extracción del mismo por la esclusa, producirá en el recipiente separador una diferencia de densidad de lo alto al fondo escasamente perceptible. En efecto, como han demostrado numerosos experimentos en gran escala, con control de este carácter, la densidad en el fondo del separador será solo de .01 a .02 sobre la densidad del suministro, y este estado de equilibrio puede mantenerse convenientemente en cualquier duración del periodo de funcionamiento. Es decir, que en general las corrientes descendentes necesarias para conservar la estabilidad de la suspensión dentro del límite suficientes para hacer funcionar la instalación a una diferencia de densidad



154965

despreciable entre los puntos de entrada y salida del medio, son de un orden tan pequeño que no aumentan la velocidad de caída de las partículas pesadas que emergen bajo la zona separadora en mas de 1.0 mm. aproximadamente por segundo. Una corriente descendente de este orden, inmediatamente debajo de las ranuras 10, puede por tanto considerarse como la velocidad mínima requerida, y esto puede determinarse mas exactamente para cada medio particular empleado, bien calculando la proporción de sedimentación del medio en condiciones reposadas en un recipiente del cual no se extrae medio, como se explica arriba, bien determinando la proporción de extracción en la esclusa que ofrezca una diferencia de densidad en el separador del orden .01 a .02. Esta corriente mínima será, por supuesto, algo acelerada por la forma estrechada del cono a medida que el medio fluya hacia abajo al través del mismo, y esta velocidad de corriente puede mantenerse si no hay necesidad de aplicar corriente mas rapidas para producir los efectos deseados. Puede aumentarse fácilmente para acelerar el movimiento descendente de las partículas pesadas de densidad marginal que se mueven hacia abajo con demasiada lentitud bajo la fuerza de la gravedad únicamente, y cualquier aumento en la proporción de la corriente descendente disminuirá la diferencia de densidad en el separador hasta un punto en que pueda ser



154965

inmensurable por medios ordinarios.

5 El examen de este posible aumento ulterior de la velocidad descendente se pospondrá hasta después de haber hablado de las condiciones de la zona de sedimentación. El límite inferior de esta zona está establecido por el nivel de admisión del medio o aproximadamente, ya que, en las condiciones de funcionamiento establecidas ninguna partícula verdaderamente de flotación debe llegar debajo de dicho nivel, y las partículas de densidad marginal, una vez debajo de dicho nivel, serán llevadas hacia abajo por la corriente descendente.

15 El medio admitido por las ranuras 10 se dividirá, por supuesto, en dos corrientes con arreglo a la proporción de descarga del mismo por la piquera y la esclusa o esclusas. La corriente dirigida hacia la piquera, esto es, en el sentido de la descarga de la flotación, puede evidentemente resolverse en componentes vertical y horizontal. Debido a la pequeña profundidad en la cual se admite el medio en las ranuras 10, una línea trazada desde el punto de entrada a la piquera formaría un ángulo muy agudo con la horizontal, siendo la longitud de la zona separadora del extremo a extremo muchas veces mayor que su profundidad (por ejemplo, de 48 a 16 veces más grande).

25 Por consiguiente, la componente ascendente de esta corriente (que en todo caso es en extremo suave)



154965

sería teóricamente pequeña en cualquier punto de este trayecto. En la práctica efectiva, se ha comprobado que hay cierto movimiento ascendente junto al extremo de admisión, siendo el mismo progresivamente menor en el movimiento hacia el extremo de descarga de la flotación, junto al cual no se hace perceptible ninguna corriente ascendente. Parecería que estas ligeras corrientes ascendentes se disipan localmente debido a su pequeña velocidad, siendo también un factor posible la inercia inherente del medio y la falta de mamparos dispersadores en el punto de entrada, así como el movimiento horizontal de la flotación en la superficie hacia la descarga de la misma.

El resultado de las condiciones descritas es una especie de separación diferencial de extremo a extremo del separador. Las partículas grandes o muy grandes del suministro del mineral que muestran la diferencia de densidad más pronunciada con respecto a los residuos, y por tanto la máxima velocidad de caída, se separarán y caerán en el extremo posterior, o de admisión, del separador; caerán sin tener en cuenta las corrientes locales suavemente ascendentes que pueda haber en este extremo, siendo su velocidad inicial de caída de un orden por lo menos 10 veces mayor que la de las corrientes ascendentes contrarias. Cuando el mineral suministrado a la parte superior del medio o ligeramente debajo de ella



54965

avanza hacia el extremo de descarga, el efecto de las corrientes ascendentes esparcidoras viene a ser menor, y hacia el extremo de descarga llega a ser despreciable su efecto de impedir que las partículas de caída lenta lleguen al nivel inferior de la zona separadora. Por tanto es adecuado decir que las partículas que tienen proporciones mas bajas de velocidad de caída podrán caer al través de por lo menos una porción de la zona separadora con el mínimo de obstáculo.

5

Debe observarse que algunas de estas partículas de diferencia de densidad muy ligera serían impulsadas hacia arriba a la "flotación" por una corriente ascendente muy ligera, y esto comúnmente tiene lugar en la práctica usual en que se emplean suaves corrientes ascendentes. Y las partículas marginales que no son efectivamente impulsadas hacia arriba a la "flotación" (en un procedimiento que emplea corrientes ascendentes), debido a una diferencia de densidad ligeramente mayor o a la extrema debilidad de la corriente ascendente, caen por la zona separadora muy lentamente y por tanto ocasionan aglomeración y ahieltrado. Estas dificultades son vencidas por el procedimiento aquí descrito. Debe observarse además, a este respecto, que la admisión de medio por las ranuras 10 debe tener lugar sin presión y por tanto la columna hidrostática en las ranuras debe mantenerse lo mas baja posible. Esto

10

15

20

25



54865

1947

puede hacerse manteniendo el nivel en el tanque de suministro 9 sólo ligeramente encima del existente en el tanque separador.

5 Ahora describiremos detalles que afectan a la profundidad de la zona separadora, esto es, al nivel de admisión del medio. Se desea mantener esta zona ~~en~~ extremo somera, por un número de razones. Una de ellas es la eliminación en dicha zona de corrientes ascendentes perturbadoras, como se ha descrito arriba. Otra razón es el acortamiento del tiempo de la operación de separación, abreviando el tiempo necesario para que las partículas caigan por gravedad al través de la zona separadora todo lo que sea práctico.

15 Estos objetos pueden realizarse en gran medida siguiendo un principio que puede llamarse la sincronización de la extracción de la flotación y el paso por la zona separadora de las partículas de movimiento mas lento contenidas en la fracción pesada. El movimiento horizontal del residuo o flotación al través del tanque tendrá lugar a proporción tan rápida como lo permita la extracción de los residuos, pero en general dejando tiempo suficiente para la separación de partículas pesadas y de flotación, tiempo que varia según los minerales. Ahora bien: si las partículas de caída mas lenta llegan al nivel mas bajo de la zona separadora en el mismo tiempo que se



154965

5  
10  
requiere para que una partícula de flotación recorra el  
baño hasta la piquera, el resultado será impedir una  
aglomeración excesiva de la zona de separación, por-  
que, estando como es natural relacionada la propor-  
ción de suministro de mineral y de extracción de  
la flotación, esto significará que cada partícula que  
cae por la zona separadora ha llegado al nivel de ad-  
misión del medio (de donde será arrastrada hacia aba-  
jo por la corriente descendente prevista), antes que  
otra partícula de mineral a separar se deposite sobre  
el baño o dentro de él verticalmente encima de dicha  
partícula.

15  
20  
Puede observarse que en una zona separado-  
ra, por ejemplo de doble profundidad de la estableci-  
da por este principio, una partícula de caída lenta  
puede estar solo a la mitad de camino de dicha zona  
cuando otra partícula empieza a caer desde la super-  
ficie superior de la misma, encima de ella, siendo  
probablemente esta partícula de movimiento mas li-  
gero. El resultado será la aglomeración de las ca-  
pas inferiores de la zona y unas condiciones de sedi-  
mentación cada vez con más obstáculo, que a su  
vez harán cada vez mas lento el movimiento descenden-  
te de las partículas, y producirán mas aglomeración.

25  
En general, según la práctica presente, el  
tiempo requerido para mover una partícula de flota-  
ción al través de la superficie del baño es aproxima-  
damente de 20 segundos, con referencia a un baño que



en la práctica comercial corriente es de unos 8 pies de longitud o ligeramente mas largo de extremo a extremo. Durante este mismo periodo, suponiendo la velocidad de caída de las partículas medianas mas pequeñas por la zona separadora de, por ejemplo 3 mm. por segundo, dichas partículas de movimiento lento habrán penetrado 60 mm., o sea unas 2.36 pulgadas. Aparte de otras consideraciones, con ello se establecería , en el ejemplo dado, la profundidad de suministro del medio efectivo.

Por medio del análisis de densidad arriba descrito puede determinarse si habrá en el suministro del mineral, en cualquier caso particular, una cantidad apreciable de partículas de velocidad de caída extraordinariamente baja. Debe observarse que las velocidades de caída calculadas por el resultado del análisis de densidad, serán velocidades de caída libre. Las velocidades de caída por la zona separadora, en las condiciones obstaculizadoras específicas existentes en la misma, serán en proporción menor, y la relación entre estas dos velocidades de caída puede determinarse, mas o menos exactamente, por la experiencia. Haciendo los necesarios ajustes del cálculo, el nivel del suministro de admisión puede regularse consiguientemente, subiéndose el nivel cuando las partículas de caída mas lenta tienen una proporción menor, y bajándolo, para hacer



154965

una zona separadora mas profunda, cuando tienen una proporción de caída mayor.

5 Sin embargo, debe tenerse en cuenta otra consideración, y es que las partículas descendentes, deban bajar una distancia suficiente, sin obstáculos, para asegurar la separación debida. Cuando el nivel de entrada del medio está demasiado próximo a la superficie del mismo, el tiro de las corrientes descendentes se ejercerá tanto mas próximo a la superficie, y puede determinar que se arrastren partículas que sean solo ligeramente mas pesadas que la verdadera flotación, y que en la mayoría de los casos deberían descargarse como flotación, recogióndolas así con la fracción pesada y reduciendo de este modo la proporción de eliminación. Por tanto es necesario determinar para cada caso individual la profundidad mínima de la zona separadora, y la profundidad mínima establecida por las consideraciones teóricas arriba descritas puede tener que ser un tanto aumentada como resultado de los ensayos. Pero puede decirse que en general el nivel de entrada del medio debe estar a la profundidad de 2 a 6 pulgadas aproximadamente, cuando se tratan minerales que contienen partículas de densidad marginal del caracter descrito.

25 Para establecer la proporción de descarga por la piquera, debe tenerse en cuenta que el suministro de mineral al separador contiene una cantidad



variable de humedad que, si no se extrae continuamente, diluirá rápidamente el grueso del medio en el separador hasta una densidad que ya no soporte las partículas de flotación. La práctica, común en la técnica anterior, de suministrar simultáneamente el mineral y el medio a la superficie del medio en el separador tiene la desventaja de que el contenido de humedad del mineral se dispersa inmediatamente al través del medio, y un resultado similar se observa cuando se usa el sistema de corriente ascendente para suministrar el medio. Por el contrario, el método del presente invento permite la dispersión de la humedad derivada del mineral mojado en una capa muy delgada en la parte superior de la superficie del cuerpo del medio, que se extrae constantemente por la piquera con la "flotación" o residuo.

Un detalle del invento consiste en regular la proporción de retirada del medio con la descarga de residuo de tal manera que esta capa acuosa que sobrenada forme solo una pequeña fracción de la profundidad de la zona separadora virtualmente en reposo, siendo la profundidad de dicha capa insuficiente para estorbar la operación de separación. Por tanto, la proporción de descarga del medio mas el agua sobre la piquera variará con preferencia con el contenido de agua del suministro de mineral. La regulación de la proporción de descarga puede regularse controlando



154985

5 la densidad del medio que rebosa en la piquera, diluido en agua como está. Hemos comprobado, que manteniendo la densidad de este rebosamiento de la piquera a una cifra no mas de .03 debajo de la del medio suministrado puede obtenerse el resultado que se desea. Por consiguiente, la cantidad retirada por la piquera puede tener que aumentarse hasta que se llegue a dicha cifra y regularse durante el funcionamiento para mantenerla.

10 Volviendo ahora al tema de la velocidad de las corrientes descendentes desde el nivel de admisión del medio, esta proporción debe ser por lo menos suficiente para mantener la estabilidad del medio, como se ha explicado arriba. Esta proporción puede o no ser suficiente para realizar el otro propósito a que se destina la corriente descendente, o sea acelerar, cuando se necesita, el movimiento descendente, desde el nivel de admisión del medio, de partículas que deben caer como fracciones pesadas y que no se moverían hacia abajo, o se moverían con demasiada lentitud, bajo la fuerza de la gravedad únicamente. Por consiguiente puede ser necesario aumentar la proporción de corriente descendente mas allá de la necesaria para mantener estabilidad.

25 Debe observarse que la corriente descendente descrita no está destinada a ayudar a la separación, pues estas corrientes virtualmente solo entran en jue-



154965

5 go una vez que las partículas de densidad marginal  
que caen han llegado, en condiciones de sedimentación  
sin auxilio y sin perturbación por corrientes, al ni-  
vel inferior de la zona separadora. El propósito,  
además de mantener la estabilidad, es separar del ni-  
vel de admisión del medio, esto es, de aproximadamen-  
te el fondo de la zona separadora, las partículas de  
densidad marginal que de otro modo fluctuación lige-  
ramente arriba y abajo y formarían capas muy aglomera-  
das aproximadamente a dicho nivel. Por tanto nuestro  
10 intento es comunicar a dichas partículas una veloci-  
dad descendente suficiente para compensar la veloci-  
dad perdida por las condiciones obstaculizadas de cai-  
da, la resistencia de alta viscosidad del medio, o am-  
bas cosas, esto es, los elementos que causan la fluc-  
15 tuación mencionada.

Es decir, que a las partículas de proporción  
de caída mas baja debe dárseles un impulso hacia aba-  
jo tal que su proporción de sedimentación correspon-  
da aproximadamente o se acerque a la velocidad de cai-  
da libre de dichas partículas. Esto significa en la  
20 mayoría de los casos que su proporción de sedimen-  
tación desde el fondo aproximadamente de la zona sepa-  
radora debe ser bastante superior a 3-4 mm. por se-  
gundo. Esta proporción se acelerará conforme sigan  
cayendo las partículas, debido a la forma de cono in-  
vertido o cuña del recipiente.  
25



El cálculo de proporción de la descarga de esclusa debe, pues, regularse al objeto indicado, añadiendo, si es necesario, un incremento de velocidad a la corriente descendente, a la requerida para mantener la estabilidad del medio, suficiente para dar a las partículas de densidad marginal el movimiento deseado. Esta regulación de la descarga de esclusas puede, pues, hacerse con referencia a las velocidades de caída libre de las partículas mas lentas en cada caso especial, determinado por el análisis de densidad hecho para dicho caso. Así se observará que se usa el análisis de densidad para determinar dos factores del procedimiento: la profundidad del nivel de admisión del medio y la proporción de descarga de esclusas. La proporción de admisión del medio estará también, por supuesto, relacionada con la proporción de descarga de esclusas ya que la total entrada y salida del medio debe equilibrarse.

La proporción de descarga de esclusas que varía con arreglo a cada problema de separación en particular, puede en casos extremos ser considerable, sobre todo si se desea apartar residuos compuestos casi de ganga pura, libre de valores minerales. La velocidad máxima de la corriente descendente debe, no obstante, proveerse por la consideración de que esta corriente no debe ser suficiente para arrastrar un porcentaje apreciable de verdaderas partículas de



154965

"flotación" a las fracciones pesadas.

5 Se describirá ahora otro dispositivo y procedimiento de regulación, a saber, una nueva separación de partículas de densidad marginal, que se realiza una vez que dichas partículas han sido arrastradas fuera del cono por la corriente acelerada hacia abajo. Esta nueva separación es especialmente deseable cuando se han de tratar minerales en extremo difíciles, esto es, los minerales en los cuales el

10 suministro se compone en un gran porcentaje de pequeñas partículas que tienen solo una densidad ligeramente mayor que la flotación, cuando algunas partículas de densidad muy próxima a la del medio que deben entrar en la "flotación", pueden fácilmente ser

15 arrastradas por la corriente descendente.

Un procedimiento de realizar esta nueva separación se representa en la figura 2. Como se ve en ella, el fondo de la porción estrechada del separador propiamente dicho está conectado con la caja del elevador 2, por un conducto o paso cuyas paredes son ampliamente divergentes, para aumentar la sección transversal de este conducto (o cámara de expansión) rápida y considerablemente. Así la sección transversal de este conducto puede aumentar, desde su entrada, indicada en 260, a su salida en la caja del elevador, indicada en 270, en un 100 % aproximadamente, acercándose la superficie de la abertura

20

25



154965

en 270 al 50 % de la de la zona separadora propiamente dicha, indicada en 8a. Se observará que la inclinación de los lados de la parte de cono invertido o de forma de cuña del recipiente separador, y la altura de dicha parte bajo el nivel de admisión del medio, son ambos suficientemente grandes (como es práctica corriente) de manera que la superficie de sección transversal de la abertura por la cual el medio deja el separador no es mas de una quinta parte de la superficie del recipiente al nivel de admisión del medio; y esto es también verdad con respecto a la construcción modificada de nueva separación representada en la figura 3, que ahora se describirá.

La sección transversal ensanchada así provista dará, por supuesto, como resultado disminuir la velocidad de la corriente, y esto, en un punto en que la corriente descendente en el separador se cambia en corriente ascendente en la caja del elevador, tiene el efecto de libertar partículas de densidad marginal. Es decir, el conducto 3 ofrece una zona de sección transversal notablemente aumentada y así forma una balsa intermedia de medio mas tranquilo en el punto en que cambia la dirección de la corriente. Además, en las condiciones que se han descrito, el medio en el conducto 3 puede tener una densidad ligeramente mayor (del orden de .01 a .02) que el medio en la zona en que tuvo lugar la primera separación.



El resultado será una ulterior separación como se desea de material de flotación adicional sobre la esclusa o esclusas 11 (llamándose esto "flotación de esclusa") y por tanto una recolección mas selectiva de fracciones pesadas que es cogida por los canjilones del elevador.

Otras partes representadas en la figura 2 son similares a las partes descritas en la memoria pendiente con ésta y nos remitimos a ella para ultteriores datos, habiéndose insertado en los presentes dibujos por comodidad los números de referencia adicionales de dicha solicitud.

Una disposición modificada se representa en las figuras 3 y 4. Como se ve en ellas, el recipiente separador 1 está asociado con una balsa de nuevo tratamiento o separación dispuesta en un segundo recipiente 12 que está separado de la caja del elevador 2 y se ensancha hacia arriba desde el fondo, donde tiene comunicación con el extremo inferior del recipiente de separación, y en su parte mas ancha es únicamente de sección transversal ligeramente menor que la zona separadora del recipiente 1. Hay conexión desde el fondo de este recipiente 12 al fondo de la caja de elevador 2 por un conducto 13, y se suministra por este conducto material pesado a la caja del elevador por una cinta movible o dispositivo equivalente 14 sobre el cual el mineral pesado

sedimenta al través del fondo abierto del recipiente de separación 1. Se verá en la figura 3 que la cinta movable 14 atraviesa el material pesado a lo largo del fondo del recipiente de nuevo tratamiento 12 antes de descargarse en el conducto 13, de manera que cualquier material de flotación en el mineral pesado será libertado en el recipiente de nuevo tratamiento. Este último puede estrecharse hacia el extremo superior con el fin de facilitar la descarga de este material de flotación sobre esclusas 11 a lavaderos 15, coadyuvando a este estrechamiento del recipiente 12 a la pared posterior inclinada del tanque 9 del medio de suministro. Los materiales de flotación pesados son descargados en respectivas cribas de lavado 16 y 17. El medio de estas cribas se descarga en una criba 18 cubierta de malla fina por la cual el medio es suministrado a un sumidero o tanque de almacenaje 19.

Debe observarse que una zona de nueva separación de sección aumentada como la que acaba de describirse será especialmente ventajosa en casos en que se quiera quitar un gran porcentaje de material marginal y en que, por tanto, el nivel de admisión del medio se regula para estar próximo al nivel del medio en el separador. En tales casos, por tanto, es probable que exija nueva separación un porcentaje relativamente grande de partículas.

Finalmente, puede observarse que otros va-



rios elementos de control,, útiles en casos especiales, pueden introducirse en el sistema, en armonía con los principios que se han explicado. Así, en algunos casos, puede ser deseable disponer una separación acelerada de material de flotación en la esclusa o esclusas. 5  
Después de tener lugar la separación secundaria. Esto puede hacerse por un suministro secundario de medio a la zona de nueva separación, por ejemplo, inyectando medio desde el tanque 9 (representado en la figura 3) al recipiente de nuevo tratamiento 12 en un punto encima de la sección transversal máxima, como se indica en 280.

Otra modificación del procedimiento y aparato puede consistir en ofrecer dispositivos para regular o modificar la densidad del medio en la zona en que tiene lugar la nueva separación. Así, en la descripción hecha hasta ahora, se ha supuesto que la nueva separación de partículas de densidad marginal tiene lugar a una densidad de medio ligeramente superior a la que existe en la zona separadora primera y esta densidad ligeramente aumentada da por resultado la flotación de algunas partículas que de otro modo pasarían al mineral pesado. Por tanto, si se desea separar partículas como flotación de esclusa únicamente hasta un peso específico ligeramente menor que en el caso anterior, esto puede realizarse disminuyendo el peso específico del medio en la

5 zona de nueva separación como se requiera. Por ejemplo puede introducirse un medio diluido en el fondo del separador, en el punto en que la corriente del medio deja el separador y entra en las cámaras de expansión (3 en la figura 2 o 12 en la figura 3) o cerca de dicho punto, a una proporción suficiente para reducir el peso específico en este punto como se requiera. Así, por ejemplo, un volumen controlado del medio descargado con la "flotación" y sub-  
10 guientemente separado por cribas de la última, y que tiene densidad ligeramente menor que la del medio admitido al separador por las ranuras 10, puede introducirse en la parte inferior del separador en cantidad elegida para compensar lo mas completamente posible el ligero aumento de densidad del medio desde el nivel de admisión hasta el fondo del separador. Un punto adecuado de introducción de este medio se representa, por ejemplo, en 100 en la figura 2.

20 Esta disposición, si se emplea, suplementará los dispositivos previamente descritos para eliminar en medida ulterior cualquier posible diferencia de densidad menor entre lo alto y el fondo del separador. Evidentemente también puede disponerse, si se quiere, la admisión del medio diluido a niveles seleccionados del separador debajo de la zona de separación aparte de cualquier práctica de nueva separación o con independencia de ella, con el fin  
25



de controlar la estabilidad del medio, además del control  
suministrado por la suave corriente descendente, evi-  
tando así por completo la estratificación dentro de  
variaciones que apenas pueden comprobarse en condi-  
5 ciones de funcionamiento práctico. Es evidente tam-  
bién que, si se quiere, puede introducirse en el  
fondo del separador un medio de densidad mayor o igual  
(en vez de menor) si se necesita para algún problema  
particular de nueva separación; y otras variaciones  
10 de detalle, dentro del espíritu de los principios y  
métodos descritos, serán evidentes, si es necesario.

Por la descripción anterior se verá que la  
separación de partículas de densidad marginal se efec-  
túa primeramente en la zona superior somera del se-  
15 parador, en condiciones que ofrecen el menor obstá-  
culo posible a su caída; que su extracción de la  
capa inferior de dicha zona y su transporte fuera del  
recipiente separador, se efectúan por corrientes des-  
cendentes controladas, y que la nueva separación, si  
20 se necesita, tiene lugar fuera del separador en el  
punto en que las corrientes descendentes se vuelven  
hacia arriba, en una zona de sección transversal no-  
tablemente aumentada, y se forma así una balsa inter-  
media de un medio más reposado. La cantidad de me-  
25 dio que circula por el recipiente separador debe man-  
tenerse con preferencia a una proporción mínima para  
evitar gastos de bombas y una trituración indebida



34965

- 6:10/1947

de los sólidos, y así la fuerza de las corrientes ascendente y descendente debe mantenerse con preferencia en la cifra mas baja posible. Por vía de ejemplo, y como para indicar la exactitud de separación que se puede alcanzar con el presente invento, nos referiremos a los diagramas representados en la figura 5, que indican resultados obtenidos por el invento en condiciones efectivas de funcionamiento con el mineral cuyo análisis de densidad se ha citado arriba. Estos diagramas se explican por sí solos, pero puede mencionarse, como referencia, que revelan entre otras cosas que;

(a) - Aproximadamente 92 % de la flotación total disponible se ha aislado como desecho;

(b) - que el residuo contiene 90 % de verdadero desecho, que flotaría en un medio estático a la densidad de funcionamiento, y

(c) - El desecho contiene solo 10 % de las fracciones medias totales y 2.8 % del total material pesado contenido en el mineral, según muestra el análisis de densidad.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Inglaterra, el 7 de noviembre de 1940, bajo el número 16.216, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

154965



-o- N O T A -o-

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España por VEINTE años, son los siguientes:

5

1º - Un procedimiento de separar materiales sólidos de diferente peso específico por el método de sedimentación, caracterizado porque se suministra medio a un cuerpo separador del medio a una distancia bajo su superficie superior que corresponde virtualmente al nivel en el cual partículas de densidad marginal de los materiales sólidos fluctuarían en dicho cuerpo, y se separa medio de este cuerpo de tal manera que se produce y mantiene encima de su nivel una zona separadora que virtualmente no tiene corriente ascendente y debajo de dicha zona tiene una corriente descendente aproximadamente la precisa para arrastrar hacia abajo desde dicho nivel partículas fluctuantes de dichos materiales que son de densidad marginal.

10

15

20

2º - Un procedimiento de separar materiales sólidos de distinto peso específico por el método de sedimentación, caracterizado porque un medio

que comprende una suspensión de sólidos triturados en un líquido se suministra a un cuerpo separador del medio a una distancia bajo su superficie superior que corresponde virtualmente al nivel en el cual partículas de densidad marginal de los materiales sólidos fluctuarían en dicho cuerpo, y se extrae medio del mismo de tal manera que se produce y mantiene, encima de dicho nivel, una zona separadora que no tiene virtualmente corriente ascendente, y debajo de dicha zona una proporción de extracción calculada aproximadamente para mantener la estabilidad de la parte del cuerpo del medio que está bajo dicho nivel.

3º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 2º., caracterizado además porque se extrae medio del cuerpo, de tal manera que da también a las partículas de caída mas lenta de los materiales que se separan un movimiento hacia abajo desde el nivel mencionado aproximadamente igual o que se acerca a su proporción de caída libre.

4º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 2º., caracterizado además porque la proporción de extracción del medio se regula de manera que se mantiene solamente una ligera diferencia de densidad entre el nivel referido y el fondo del cuerpo del medio, teniendo el fondo del mismo un peso específico de un orden no superior a 0.02 mas que el del medio en el punto de suministro del mismo.



54965

5º - Un procedimiento de separar materia-  
les sólidos de distintos pesos específicos por el  
método de sedimentación, caracterizado porque se for-  
man una zona separadora somera en la parte superior  
5 de un cuerpo de medio separador y una corriente des-  
cendente debajo de dicha zona, admitiendo medio a un  
nivel elegido debajo de la parte superior de dicho  
cuerpo a profundidad no mayor de una décima parte de  
la longitud de dicho cuerpo de extremo a extremo, re-  
10 tirando medio de la parte superior y el fondo del  
cuerpo, regulando la proporción y dirección del pa-  
so de corriente desde el punto o puntos de admisión  
a los de retirada superior, para eliminar así virtual-  
mente las corrientes ascendentes desde una parte de  
15 dicho cuerpo encima del nivel de admisión, y regu-  
lando la proporción de retirada por el fondo para pro-  
ducir una suave corriente descendente.

6º - Un procedimiento según se reivindica  
en cualquiera de los puntos anteriores, caracteriza-  
do además porque el nivel de suministro de medio al  
20 cuerpo del medio se elige con referencia a una deter-  
minación de las velocidades de caída de las partícu-  
las de caída mas lenta presentes en cantidad aprecia-  
ble en un cuerpo reposado del medio.

25 7º - Un procedimiento según se reivindica  
en el punto 6º., caracterizado además porque el nivel  
de suministro del medio al cuerpo del mismo se elige



154965

5 de manera que esté aproximadamente, debajo de la superficie, a la distancia que dichas partículas de caída mas lenta se calcularía que alcanzarían en su descenso en el mismo tiempo que una partícula de flotación de los materiales en tratamiento tardaría en recorrer la superficie superior de dicho cuerpo desde el punto de suministro al de descarga.

10 8º - Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizado porque está destinado al tratamiento de materiales húmedos por regulación de la proporción de extracción del medio juntamente con agua, desde la parte superior del cuerpo del medio, de tal manera que la densidad del medio diluido así extraído se mantenga  
15 a no mas de .03 aproximadamente por debajo de la densidad del medio suministrado.

20 9º - Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizado además porque se admite continuamente medio en el cuerpo del mismo en uno de sus extremos y se extrae continuamente de la parte superior de dicho cuerpo en el extremo opuesto al punto de admisión del medio, y por el fondo del mismo, para producir una corriente ascendente e inclinada al través del cuerpo desde el punto de admisión del medio y una corriente descendente desde el nivel de dicha admisión  
25 regulando las proporciones de extracción del medio pa-



154965

5 ra dar a las dos corrientes un paso suave, pero de manera que la componente vertical de la corriente ascendente inclinada es virtualmente cero junto al extremo en que tiene lugar la extracción del medio por la parte superior.

10 10º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 9º., caracterizado además porque se realiza de manera que la corriente descendente tiene una velocidad mínima del orden de 1 mm. por segundo.

11º - Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizado además porque se suministra medio al cuerpo del mismo bajo una pequeña columna hidrostática.

15 12º - Un procedimiento de sedimentación para separar materiales sólidos de distinto peso específico por un medio separador virtualmente estable, en el cual se suministra material a separar a la región superior de un cuerpo de medio, caracterizado porque se establecen una zona separadora somera en lo  
20 alto de dicho cuerpo, una corriente transportadora debajo de dicha zona, y una zona separadora secundaria, admitiendo medio bajo la parte superior de dicho cuerpo, retirando medio del fondo del mismo continuamente para producir una corriente descendente suave  
25 y dirigiendo luego la misma lateralmente y ensanchando al propio tiempo la sección transversal del medio que fluye brusca y considerablemente para producir una



154835

- 6 NOV 1977

zona por la cual la corriente fluye con menos velocidad, y dirigiendo luego la corriente hacia arriba.

5           13º - Un procedimiento de sedimentación para separar materiales sólidos de distinto peso específico por un medio separador virtualmente estable que comprende una suspensión de sólidos triturados en un líquido, en el cual se suministra material a separar a la región superior de un cuerpo de dicho medio, y éste es admitido continuamente en la parte superior de dicho cuerpo y retirado continuamente del fondo del mismo; caracterizado porque se mantiene la estabilidad virtual del medio durante la separación regulando la proporción de la retirada del medio por el fondo de manera que se establezca únicamente una pequeña diferencia de densidad entre el nivel de admisión del medio y el fondo de dicho cuerpo, e introduciendo continuamente medio de peso específico diferente del del medio de alimentación en la porción inferior de dicho cuerpo.

10

15

20           14º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 12º., caracterizado porque el peso específico del medio se regula en el punto de succión transversal ensanchada introduciendo continuamente en dicho punto o junto a él una corriente de medio de peso específico diferente del del medio de suministro.

25

15º - Un aparato para separar materiales



454965

sólidos de distinto peso específico, que comprende un recipiente separador con dispositivos para introducir el material a separar en el cuerpo del medio separador, dispositivos para retirar medio y partículas flotantes de dicho cuerpo, y dispositivos para introducir medio en dichos recipiente debajo de la superficie del citado cuerpo, caracterizado porque la introducción del medio se realiza virtualmente sin presión y a distancia de dos a seis pulgadas bajo la parte superior del cuerpo, según se determina por el nivel de descarga del mismo, siendo dicha profundidad no mayor de la décima parte de la longitud de la parte superior del recipiente separador.

16º - Un aparato según se reivindica en el punto 15º., caracterizado además porque la introducción de medio en el recipiente separador tiene lugar a un nivel regulable, disponiéndose dispositivos adecuados para variar a voluntad la proporción de admisión del medio a cualquier nivel.

17º - Un aparato para separar materiales sólidos de distinto peso específico que comprende un recipiente separador de sedimentación con una porción inferior de forma de cono invertido o cuña, dispositivos para introducir medio en el recipiente bajo el nivel de descarga de dicho medio en la parte superior, y una caja fuera del recipiente que comunica con el fondo del mismo y se extiende hacia arriba,



54965

5      caracterizado porque la parte inferior del recipien-  
te y la caja constituyen un conducto continuo cuya  
sección transversal se ensancha bruscamente desde el  
plano en el cual el medio sale del recipiente separa-  
10      dor hasta una superficie máxima igual a por lo menos  
el 40 % de la sección transversal del recipiente al  
nivel de admisión del medio, siendo el ángulo de in-  
clinación de los lados de la porción cónica inverti-  
da o de cuña del recipiente con la vertical, y la  
15      altura de dicha porción bajo el nivel de admisión del  
medio, lo bastante grande para que la sección trans-  
versal del citado plano por el cual el medio deja  
el recipiente no sea mas de un quinto de la sec-  
ción transversal del recipiente al nivel de admisión  
del medio.

18<sup>a</sup> - Un aparato para separar materiales  
sólidos de distinto peso específico, que comprende  
un recipiente separador de sedimentación con una par-  
te inferior en forma de cono invertido o cuña, dis-  
20      positivos para introducir medio en el recipiente ba-  
jo el nivel de descarga del medio por la parte supe-  
rior, y una caja de elevador de partículas pesadas  
que comunica con el fondo del recipiente y se extien-  
de hacia arriba; caracterizado porque el paso lateral  
25      que conecta el recipiente y la caja está hecho con  
lados ampliamente divergentes para formar una zona  
de sección transversal muy aumentada con relación a



04965

la porción contigua del recipiente separador.

5 19º - Un aparato para separar materiales  
sólidos de distinto peso específico que comprende  
un recipiente separador de sedimentación con una par-  
te inferior en forma de cono invertido o cuña, dispo-  
sitivos para introducir medio en el recipiente bajo  
el nivel de descarga del medio por la parte superior  
y un elevador de partículas pesadas conectado con la  
parte inferior del recipiente separador; caracteri-  
10 zado porque un recipiente de nueva separación que se  
extiende hacia arriba está conectado en el fondo con  
el fondo del recipiente separador y tiene una sección  
transversal que aumenta brusca y considerablemente  
desde su unión con el recipiente separador, en rela-  
15 ción con la sección transversal de la porción contig-  
ua del citado recipiente separador en una considera-  
ble parte de su altura, y porque tiene dispositivos  
para retirar medio de la parte superior de dicho  
recipiente de nueva separación.

20 20º- Mejoras en la separación de materiales  
sólidos de diferentes pesos específicos.

Tal y como se ha descrito en la memoria que  
antecede, representado en los dibujos que se acompañan  
y con los fines que se han especificado.

25 Esta memoria consta de 59 hojas escritas a  
máquina por una sola cara.

Madrid, - 6 NOV. 1941,

Ch/

INSTRUMENTOS  
P.º  
*Yanguel*

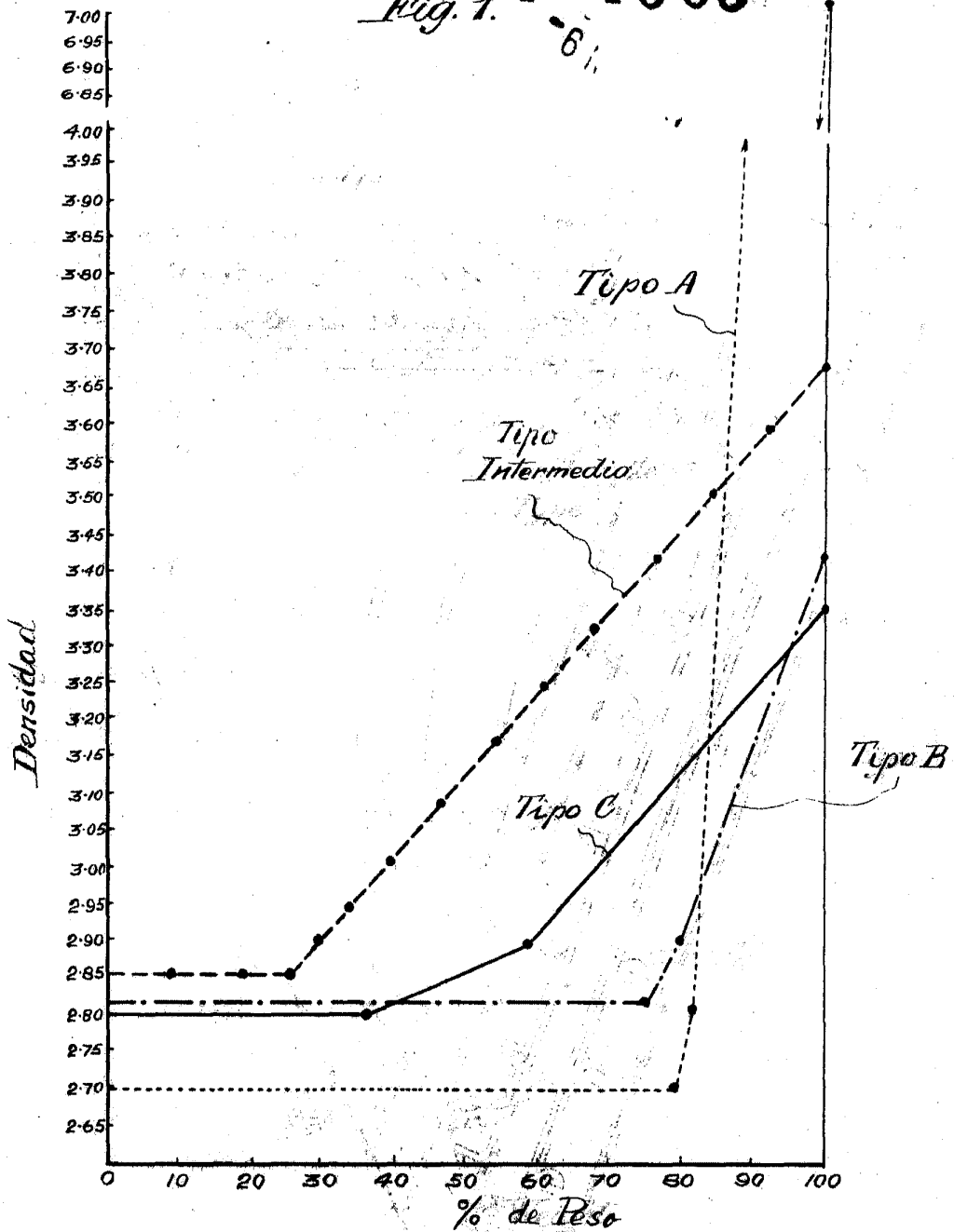
ESCALA VARIABLE.

I/IV.

Fredrick Trostler, Thomas Andrews Y Huntington Heberlein  
& Company Limited.

154965

Fig. 1. 154965



P. A.  
Alberto de Elizaburu

ESCALA VARIABLE.

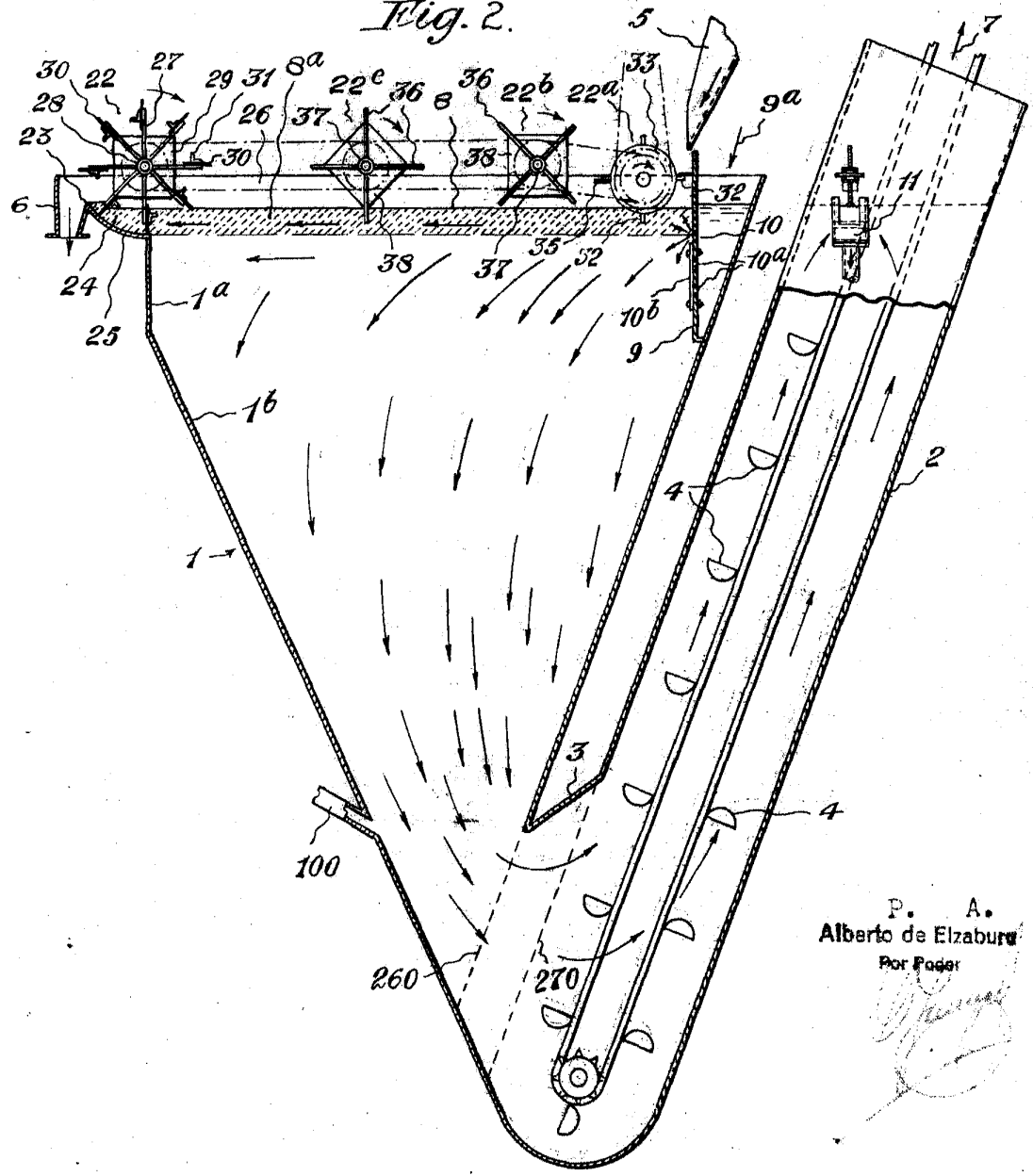
11/IV

Fredrick Trostler, Thomas Andrews y Huntington Heberlein  
& Company Limited.

154965

154965

Fig. 2.



P. A.  
Alberto de Elizaburu  
Por Poder

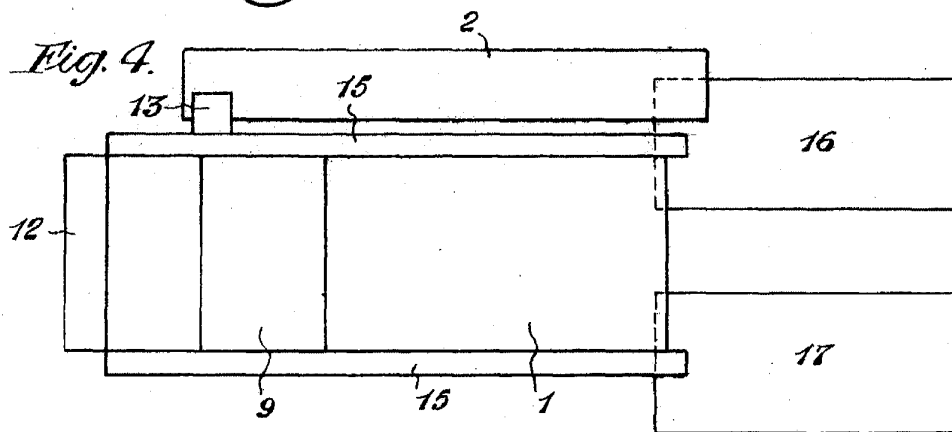
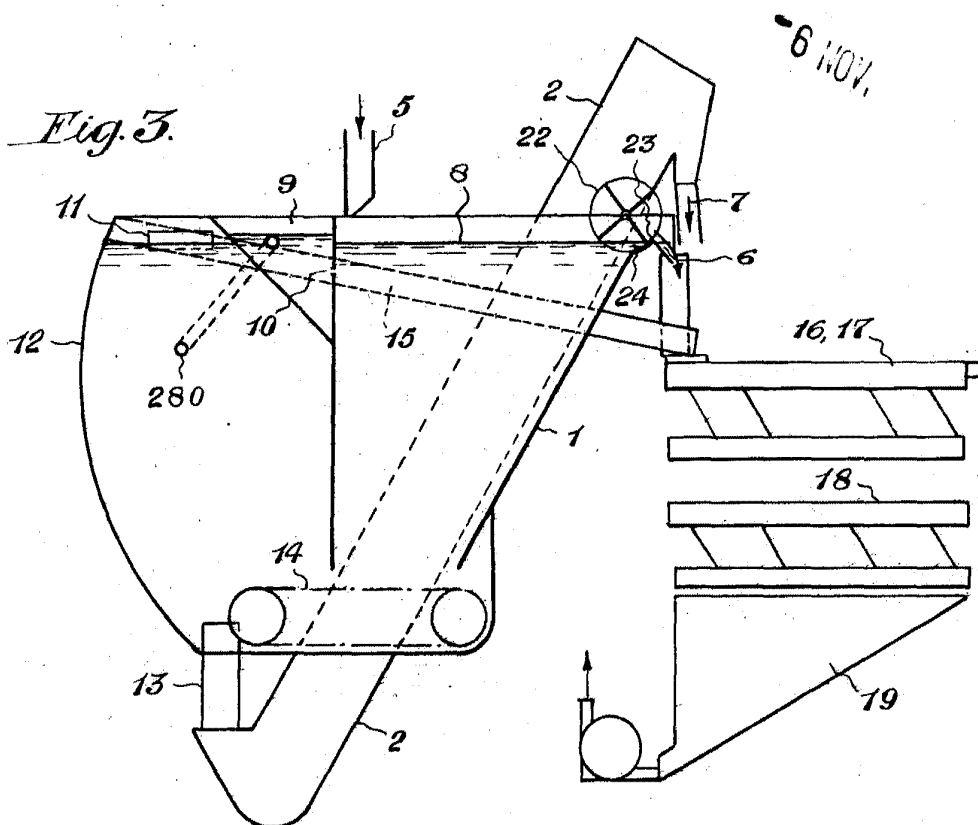
ESCALA VARIABLE.

154965

III/IV.

Fredrick Trostler, Thomas Andrews y Huntington Heberlein  
& Company Limited.

154965



P. A.  
Alberto de Elzaburu  
Por Poder

ESCALA VARIABLE.

Fredrick Trostler, Thomas Andrews y Huntington Heberlein & Company Limited.

IV/IV.

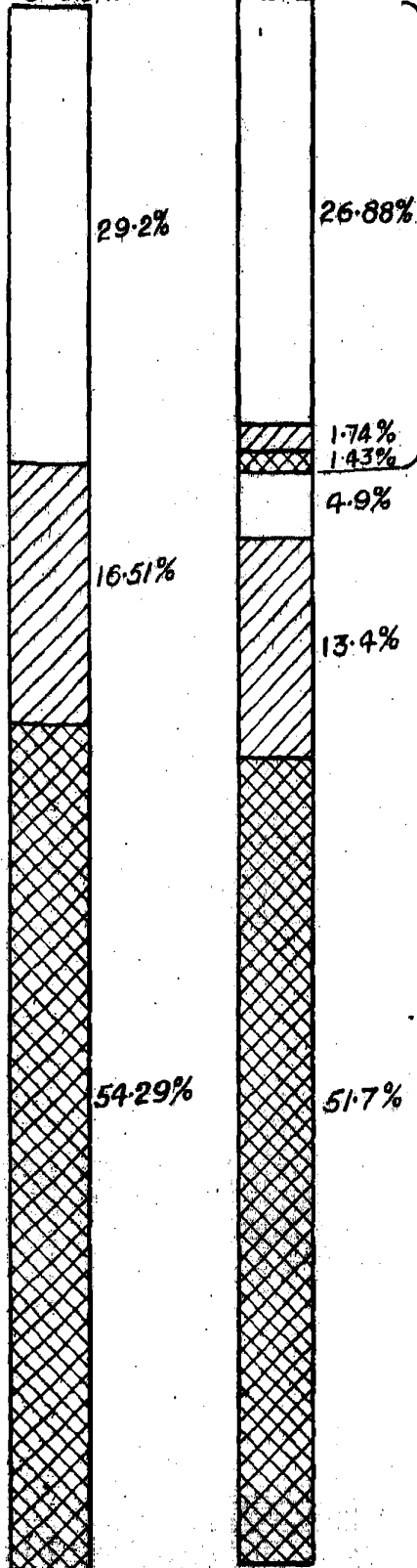
154965

154965

ANÁLISIS TEÓRICOS DE DENSIDAD

ANÁLISIS DE PRODUCTOS

Fig. 5.



6 NOV.

LEXENDA

MÁS LIGERO QUE 2.82



ENTRE 2.82-2.90



MÁS PESADO QUE 2.90



P. A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder